

BAB 5**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN****5.1 Pemeriksaan Sampel dan Strategi Pembuktian Hipotesis**

Untuk membuktikan bahwa komposisi elektrolit, bahan organik dan lipid saliva istirahat berperan penting dalam proses pembentukan karang gigi, diperlukan metode penelitian yang tepat, pengukuran yang akurat dan serangkaian uji statistik yang dapat mengungkapkan keterkaitan antar variabel.

Komposisi saliva istirahat pada penelitian ini didapatkan dari sampel yang diperiksa pada pukul 9.00 WIB, setelah sampel berpuasa sejak pukul 24.00 WIB hari sebelumnya. Teknik ini sebagai pendekatan dari teknik pengambilan saliva pada saat sampel sedang tidur (saliva istirahat), oleh karena menurut pertimbangan etika, teknik analisis saliva dan pertimbangan besar sampel, teknik pengambilan saliva pada saat tidur tidak dapat dilakukan. Teknik pengambilan saliva istirahat pada pukul 9.00 WIB juga telah dilakukan oleh peneliti sebelum ini, antara lain oleh Sreebney (1992) dan Percival et al. (1994).

Saliva istirahat sebagai unit analisis pada penelitian ini, didapatkan dari 70 individu sampel. Sebelum dilakukan pemeriksaan terhadap 70 unit analisis, dilakukan pengukuran pendahuluan terhadap 10 unit analisis (saliva istirahat) dari 10 orang sukarelawan. Pengukuran pendahuluan ini untuk mengetahui validitas dan reliabilitas alat ukur yang akan digunakan. Pengukuran komposisi saliva dilakukan di Laboratorium FMIPA ITS. Pengukuran pertumbuhan karang gigi (MLCI) dan kebersihan mulut (OHI-S), uji reliabilitas antar pengamat dilakukan di klinik gigi laboratorium Periodonsia FKG Unair.

Keseluruhan sampel diperiksa kondisi kebersihan mulut (OHI-S), pertumbuhan karang gigi (MLCI) dan komposisi saliva istirahatnya. Pemeriksaan ini dilakukan pada saat awal, yaitu sebelum dilakukan pembersihan karang gigi, selanjutnya 1 minggu, 4 minggu, 8 minggu dan 18 minggu setelah pembersihan karang gigi.

Keseluruhan sampel berpartisipasi penuh sehingga selama jangka waktu penelitian, tidak satupun sampel yang mengundurkan diri. Partisipasi yang baik ini kemungkinan disebabkan oleh karena setelah menandatangani *informed consent* sampel sangat menyadari manfaat penelitian ini, kemungkinan lain adalah sampel merasa mendapat keuntungan bagi kesehatan giginya apabila berpartisipasi lengkap sampai akhir penelitian ini.

Strategi yang digunakan dalam upaya membuktikan pengaruh kadar amonia terhadap pembentukan karang gigi, dibagi menjadi beberapa langkah analisis yaitu : pertama analisis regresi ganda linier untuk membuktikan bahwa pengaruh kadar amonia terhadap pH saliva lebih besar daripada pengaruh kadar bikarbonat dan kebersihan mulut OHI-S terhadap pH saliva. Kedua adalah uji regresi ganda linier untuk membuktikan bahwa pengaruh pH saliva terhadap pembentukan karang gigi supragingiva lebih besar daripada pengaruh kadar kalsium, kadar fosfat, kadar lipid total dan kebersihan mulut OHI-S terhadap pembentukan karang gigi supragingiva. Ketiga adalah analisis jalur untuk membuktikan bahwa kadar amonia merupakan faktor pemicu pembentukan karang gigi supragingiva melalui pengaruhnya terhadap pH saliva istirahat.

Untuk melengkapi pembuktian pengaruh kadar amonia sebagai pemicu pembentukan karang gigi supragingiva, maka penelitian ini juga mempelajari *cut of point*

atau titik optimal kadar amonia saliva yang dapat mempengaruhi pH saliva istirahat dan titik optimal pH saliva istirahat yang dapat mempengaruhi pembentukan karang gigi.

Sebelum membahas hasil analisis regresi dan uji jalur, untuk memperjelas peranan saliva terhadap pembentukan karang gigi supragingiva, dipelajari diskripsi karakteristik saliva istirahat kelompok yang membentuk karang gigi, kelompok individu normal, kelompok pria, kelompok wanita serta keseluruhan unit analisis (kelompok gabungan).

5.2 Diskripsi Kadar Amonia, Bikarbonat, Fosfat, Kalsium, Lipid Total, Volume Dan pH Saliva Istirahat

Sebelum pembuktian keterkaitan antar variabel pembentuk karang gigi, disajikan gambaran komposisi elektrolit, bahan organik dan lipid saliva istirahat seperti tabel 5.1. di bawah ini :

Tabel 5.1. Diskripsi rerata dan simpang baku kadar komponen saliva istirahat dari kelompok sampel gabungan yang datang ke poliklinik gigi FKG Unair tahun 1997.

KOMPONEN	KELOMPOK GABUNGAN
Kadar amonia	2,12 ± 0,51
Kadar bikarbonat	167,21 ± 8,6
pH saliva	6,44 ± 0,40
Kadar fosfat	232,06 ± 7,44
Kadar kalsium	20,27 ± 3,46
Kadar lipid total	13,58 ± 3,07
Volume (5 menit)	2,86 ± 2,23

Kadar dalam satuan part per million (ppm.).

Volume saliva istirahat yang didapatkan pada penelitian ini adalah 2,86 ml dalam 5 menit atau sekitar 0,57 ml/menit. Hasil ini sesuai dengan volume saliva istirahat yang didapatkan oleh peneliti sebelumnya, antara lain Cole & Eastoe (1977), Coolidge & Hine

(1958) dan Finn (1962) yang menyatakan bahwa pada keadaan istirahat sekresi saliva hanya sekitar 0,5 ml/menit.

Kondisi keasaman saliva atau pH yang didapatkan pada penelitian ini adalah 6,44, nilai ini lebih tinggi daripada pH saliva parotis istirahat (pH 5,5) dan sama dengan pH saliva submandibula istirahat yaitu pH 6,4 (Speirs, 1984). Kondisi ini wajar oleh karena pH yang didapatkan pada penelitian ini adalah pH saliva campuran yang berasal dari seluruh kelenjar saliva yang berada di dalam mulut.

Penelitian yang dilakukan oleh Poff et al. (1997) pada *whole-resting saliva* atau saliva istirahat tanpa membedakan antara kelompok penderita dengan kelompok bukan penderita atau individu normal, menunjukkan hasil bahwa kadar kalsium *ultrafiltrable* adalah 0,524 mili Mol (mM)/liter, sedangkan kadar fosfat inorganik *ultrafiltrable* adalah 4,61 mM/liter. Jika dikonversikan ke dalam satuan miligram dalam setiap liter larutan atau yang lazim juga disebut *part per million* (ppm), maka nilai dalam satuan mM/liter harus dikalikan dengan berat molekul (BM). Berat molekul kalsium adalah 40, sehingga hasil perkalian tersebut adalah $0,524 \text{ mM} \times 40 = 20,96 \text{ ppm}$.

Dalam penelitian ini kadar kalsium yang didapatkan adalah 20,27 ppm. Tampak bahwa hasil pengukuran ini mirip dengan hasil yang didapatkan oleh Poff et al. (1997). Namun, seharusnya hasil penelitian ini menunjukkan hasil yang lebih tinggi, oleh karena pada penelitian ini tidak dilakukan penyaringan sehingga kadar total kalsium yang *ultrafiltrable* maupun yang *filtrable* dapat terukur dalam penelitian ini. Oleh karena teknik pengukuran kalsium yang digunakan sama, maka perbedaan ini mungkin diakibatkan oleh perbedaan karakteristik sampel yang diukur seperti misalnya lokasi penelitian, ukuran kelenjar saliva dan komposisi saliva yang dihasilkannya.

Sedangkan hasil pengukuran kadar fosfat inorganik *ultrafiltrable* pada penelitian Poff et al. (1997) adalah 4,61 mM/liter. Untuk konversi kadar fosfat inorganik *ultrafiltrable* sulit dilakukan oleh karena fosfat inorganik mempunyai bentuk yang bermacam-macam, seperti : H_3PO_4 ; H_2PO_4^- ; HPO_4^{2-} dan PO_4^{3-} . Cole and Eastoe (1977) menyatakan bahwa dalam kisaran pH normal (pH = 7), fosfat inorganik yang paling banyak didapatkan adalah H_2PO_4^- . Apabila kadar fosfat inorganik ini dianggap kadar H_2PO_4^- (BM = 97), maka apabila dikonversikan ke dalam satuan ppm. didapatkan kadar sebesar $4,61 \text{ mM} \times 97 = 447,17 \text{ ppm}$. Hasil penelitian ini mendapatkan kadar fosfat sebesar 232,06 ppm. Terdapat perbedaan nyata yang hampir 2 kali lipat antara hasil Poff et al. (1997) dengan hasil penelitian ini. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh perbedaan metode pengukuran kadar fosfat, Poff et al. (1997) menggunakan kolorimetri, sedangkan penelitian ini menggunakan spektrofotometer Secomam 1000. Beberapa peneliti lain juga telah mengemukakan hasil penelitiannya tentang kadar fosfat, namun untuk kadar fosfat inorganik saliva istirahat, sangat sulit didapatkan. Oleh karena itu hasil pengukuran penelitian ini dianggap valid, paling tidak pada populasi yang diteliti.

Pengukuran bikarbonat dilakukan dengan teknik titrasi, hasil pengukurannya setara dengan kadar CO_2 saliva istirahat. Kadar bikarbonat saliva istirahat yang terukur adalah $167,21 \pm 8,6 \text{ ppm}$, kadar ini lebih rendah apabila dibandingkan dengan hasil pengukuran Poff et al. (1997) dengan metode yang sama, yaitu $3,39 \pm 1,49 \text{ mM}$ atau 206,97 ppm. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan ukuran kelenjar saliva sampel.

Hasil pemeriksaan komposisi saliva istirahat yang berpengaruh terhadap pembentukan karang gigi pada kelompok penderita karang gigi (kelompok studi) dan

kelompok bukan penderita (kelompok pembanding) dapat dilihat pada tabel 5.2. Pada tabel ini juga disajikan hasil uji beda antar kedua kelompok tersebut dengan menggunakan uji t-test dua sampel bebas (*independent t-test*) yang menggunakan taraf kepercayaan (α) 0,05. Sebelumnya, semua variabel dari seluruh kelompok yang akan dibandingkan telah diuji distribusi datanya dengan menggunakan uji Kolmogorof-Smirnoff satu sampel, hasilnya semua kelompok berdistribusi Normal.

Tabel 5.2. Diskripsi rerata dan simpang baku kadar komponen saliva istirahat dari kelompok sampel penderita dan bukan penderita yang datang ke poliklinik gigi FKG Unair tahun 1997.

KOMPONEN	KELOMPOK PENDERITA KARANG GIGI	KELOMPOK BUKAN PENDERITA	KEMAKNAAAN INDEPENDENT T-TEST
Kadar amonia	2,51 ± 0,25	1,74 ± 0,40	p = 0,001*
Kadar bikarbonat	168,96 ± 7,78	165,47 ± 9,07	p = 0,088
pH saliva	6,76 ± 0,24	6,13 ± 0,26	p = 0,001 *
Kadar fosfat	235,25 ± 7,42	228,87 ± 6,03	p = 0,001 *
Kadar kalsium	22,35 ± 2,81	18,18 ± 2,75	p = 0,001 *
Kadar lipid total	15,33 ± 2,81	11,83 ± 2,32	p = 0,001 *
Volume (5 menit)	2,55 ± 1,75	3,17 ± 2,62	p = 0,248

Kadar dalam satuan part per million (ppm); * menunjukkan terdapat perbedaan bermakna.

Tabel 5.2 menunjukkan bahwa kadar amonia, pH, fosfat, kalsium maupun lipid total saliva istirahat penderita karang gigi lebih tinggi daripada kelompok sampel yang bukan penderita karang gigi. Akan tetapi bikarbonat dan volume saliva kedua kelompok sampel tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna.

Derajat keasaman atau pH saliva istirahat dapat mempengaruhi pembentukan karang gigi supragingiva dengan cara mempengaruhi kejenuhan saliva istirahat dan mempengaruhi pengendapan garam kalsium fosfat karang gigi. Robertson, 1982 menyatakan bahwa prinsip kelarutan sangat tepat untuk menjelaskan pembentukan

karang gigi. Kejenuhan yang tinggi pada suatu larutan mempunyai kecenderungan mengendapkan garam. Tingkat keasaman atau pH saliva mempengaruhi kejenuhan saliva terhadap kristal tertentu pembentuk karang gigi. Pada pH di atas 5,5, saliva dijenuhi oleh kristal hidroksiapatit, pH 6,4 atau lebih saliva dijenuhi oleh kristal hidroksiapatit dan tri kalsium fosfat sedangkan pada pH 6,9 atau lebih saliva dijenuhi oleh kristal hidroksiapatit, trikalsium fosfat dan oktakalsium fosfat (Lagerlof, 1983). Poff et al., 1997 juga menyatakan bahwa terdapat korelasi yang sangat kuat antara pH saliva dengan tingkat kejenuhan saliva terhadap kristal garam kalsium fosfat. Sehubungan dengan pengaruh pH saliva terhadap pengendapan garam kalsium fosfat Dawes (1988) menyatakan bahwa pada larutan dengan pH rendah (asam) kristal garam kalsium fosfat cenderung larut, sedangkan pada pH tinggi, garam kalsium fosfat cenderung mengendap.

Berdasarkan beberapa teori yang telah dikemukakan di atas, tampak bahwa pH saliva istirahat kelompok penderita yang cenderung membentuk karang gigi supragingiva (pH = 6,76) lebih tinggi daripada pH saliva istirahat kelompok yang tidak cenderung membentuk karang gigi (pH = 6,15).

Amonia dan bikarbonat adalah komponen saliva yang dapat meningkatkan pH saliva. Berdasarkan gambaran hasil penelitian ini, rerata kadar amonia kelompok penderita karang gigi lebih tinggi daripada kelompok bukan penderita, namun rerata kadar bikarbonat tidak menunjukkan perbedaan di antara kedua kelompok tersebut. Apabila gambaran ini dihubungkan dengan gambaran rerata pH kedua kelompok yang dibandingkan maka dapat ditarik suatu dugaan bahwa terdapat hubungan antara kadar amonia dengan pH saliva istirahat, namun kadar bikarbonat tidak berhubungan dengan pH saliva istirahat.

Seperti telah dikemukakan di atas bahwa pH saliva dapat mempengaruhi kejenuhan saliva terhadap garam kalsium fosfat pembentuk karang gigi supragingiva. Karang gigi supragingiva sebagian besar terbentuk dari kristal kalsium fosfat. Bentuk karang gigi selalu terendam dalam lingkungan saliva, sehingga pembentukan karang gigi sangat tergantung pada tingkat kejenuhan saliva terhadap kalsium fosfat. Pengukuran tingkat kejenuhan ini tidak sederhana namun memerlukan penentuan kekuatan ionik (*ionic strength*) saliva, pH saliva, kadar ion kalsium dan kadar ion fosfat (McCan, 1968; Lagerlof, 1988; Dawes, 1998; Poff et al., 1997).

Sekitar 50% dari total kalsium berbentuk ion, sedangkan 90% fosfat saliva berbentuk ion (Speirs, 1984). Saliva kelenjar submandibula lebih jenuh dengan garam kalsium fosfat daripada kelenjar saliva yang lain. Kejenuhan saliva submandibula ini sesuai dengan kenyataan bahwa endapan karang gigi lebih banyak terdapat pada daerah lingual gigi insisif rahang bawah. Lokasi ini tepat berhadapan dengan muara kelenjar saliva submandibula (Roth & Calmes, 1981).

Kondisi keasaman atau pH saliva juga dapat mempengaruhi kadar ion fosfat. Semakin rendah pH atau semakin asam suatu larutan, ion PO_4^{3-} akan berubah menjadi bentuk ion yang semakin asam seperti HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- dan H_3PO_4 . Perubahan bentuk ion fosfat akan mempengaruhi kejenuhan saliva terhadap garam kalsium fosfat dan secara tidak langsung mempengaruhi pengendapannya (Dawes, 1998).

Di samping itu, pada pH yang tinggi (pH 8), fosfat organik dapat diuraikan oleh alkalin fosfatase menjadi ion fosfat inorganik, perubahan ini juga akan mempengaruhi kadar ion fosfat dan secara tidak langsung mempengaruhi kejenuhan saliva terhadap

garam kalsium fosfat serta pengendapannya. Pada pH rendah, kadar ion kalsium dapat dipengaruhi oleh senyawa sabun dari hasil penguraian *fatty ester* oleh enzim esterase.

Kandungan utama lipid total saliva adalah asam lemak bebas, trigliserida, kolesterol, kolesterol ester dan gliseroglukolipid. Individu yang cenderung membentuk karang gigi mempunyai kadar asam lemak bebas, kolesterol ester dan gliseroglukolipid yang lebih tinggi daripada individu yang tidak cenderung membentuk karang gigi. Tetapi, individu yang tidak cenderung membentuk karang gigi mempunyai kadar trigliserida dan kolesterol bebas yang tinggi (Slomiany, 1980 ; Slomiany, 1981).

Fatty ester yang berasal dari lipid total dihidrolisis oleh esterase menjadi asam lemak bebas, asam lemak bebas mengikat ion kalsium atau magnesium menjadi senyawa sabun. Kemudian pada pH rendah, senyawa sabun mengalami hidrolisis, melepas kembali ion kalsium dan magnesium sehingga meningkatkan konsentrasi ion kalsium (Carranza, 1994). Pada penelitian ini kadar kalsium saliva yang terukur hanya menunjukkan kadar kalsium total saja sehingga penambahan konsentrasi ion kalsium tidak dapat terukur. Konsentrasi lipid total saliva parotis adalah sebesar 2 mg/l, saliva submandibula sebesar 0,9 mg/l dan saliva campuran (*whole saliva*) sebesar 13 mg/l (Larsson et al., 1995).

Robinson (1928) menyatakan bahwa fosfat organik dapat dipecah oleh alkalin fosfatase menjadi ion fosfat anorganik. Amerongen et al. (1992) juga mengatakan bahwa fosfolipid dari lipid total dapat dipecah secara berturut-turut oleh fosfolipase dan alkalin fosfatase menjadi ion fosfat. Pada lingkungan alkalis (basa) kelompok fosfat diionisasi secara lengkap. Ion fosfat yang dihasilkan dapat mempengaruhi kejenuhan saliva terhadap kristal garam kalsium fosfat yang kemudian akan mempengaruhi pembentukan

karang gigi supragingiva (Lagerlof, 1983; Poff et al., 1997). Namun alkalin fosfatase bekerja secara optimum pada pH 8,6 sehingga pada saliva istirahat (pH 6,4) keberadaan ion fosfat hasil pemecahan fosfat organik tidak terlalu banyak. Di samping itu kadar fosfat organik di saliva terlalu sedikit untuk dapat menjadi sumber ion fosfat (Cole & Eastoe, 1977).

Berdasarkan kajian di atas maka diduga terdapat hubungan antara kadar amonia saliva, pH saliva, kadar kalsium dan kadar fosfat saliva. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa diduga lipid total juga berperan dalam mekanisme pembentukan karang gigi supragingiva.

Beberapa penelitian epidemiologi melaporkan bahwa terdapat perbedaan kecenderungan pembentukan karang gigi antara pria dan wanita. Penelitian yang dilakukan di Jerusalem melaporkan bahwa wanita lebih sedikit yang mempunyai karang gigi (Sgan-Cohen, 1992), sedangkan Carsten (1991) menyatakan bahwa terdapat perbedaan prevalensi karang gigi yang bermakna antara pria dan wanita.

Tabel 5.3. Diskripsi rerata dan simpang baku kadar komponen saliva istirahat dan skor MLCI 18 minggu dari kelompok sampel pria dan wanita yang datang ke poliklinik gigi FKG Unair tahun 1997.

KOMPONEN	KELOMPOK PRIA	KELOMPOK WANITA	KEMAKNAAN INDEPENDENT T-TEST
Kadar amonia	2,43 ± 0,31	1,92 ± 0,31	p = 0,001 *
Kadar bikarbonat	169,34 ± 8,39	165,79 ± 8,49	p = 0,090
pH saliva	6,71 ± 0,29	6,27 ± 0,37	p = 0,001 *
Kadar fosfat	235,12 ± 6,68	230,02 ± 7,29	p = 0,004 *
Kadar kalsium	20,69 ± 3,57	19,98 ± 3,40	p = 0,404
Kadar lipid total	13,76 ± 3,06	13,46 ± 3,11	p = 0,688
Volume (5 menit)	1,79 ± 1,74	3,57 ± 2,25	p = 0,001 *
OHI-S	1,34 ± 0,82	2,03 ± 0,96	p = 0,002 *
MLCI 18 minggu	23,67 ± 19,47	9,98 ± 13,45	p = 0,002 *

Kadar dalam satuan part per million (ppm); * menunjukkan terdapat perbedaan bermakna.

Frencken et al. (1991) melaporkan bahwa prevalensi karang gigi pada pria lebih tinggi daripada wanita. Oleh karena itu penelitian ini juga mempelajari apakah ada perbedaan komposisi saliva istirahat antara pria dan wanita terutama yang berhubungan dengan pembentukan karang gigi. Diskripsi dan hasil uji beda komponen saliva istirahat kelompok pria dan wanita dapat dilihat pada tabel 5.3.

Kadar amonia, kadar fosfat, pH, volume saliva dan pembentukan karang gigi supragingiva kelompok pria ternyata lebih tinggi daripada wanita, namun bikarbonat, kalsium dan lipid total saliva istirahat tidak menunjukkan perbedaan bermakna.

Rerata volume saliva istirahat kelompok wanita ternyata hampir dua kali lipat daripada volume saliva istirahat kelompok pria. Hal ini menimbulkan dugaan bahwa semakin besar volume saliva maka kejenuhan saliva terhadap garam kalsium fosfat semakin rendah sehingga pengendapan kristal pembentuk karang gigi dapat dicegah. Dugaan atau hipotesis ini tidak terlalu kuat, oleh karena rerata kadar kalsium saliva antara kedua kelompok tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna ($p = 0,404$), meskipun rerata kadar fosfat saliva kelompok pria lebih tinggi daripada kelompok wanita secara bermakna ($p = 0,004$). Gambaran ini memperkuat pendapat para peneliti terdahulu (Speirs, 1984) yang menyatakan bahwa di dalam mekanisme pembentukan karang gigi supragingiva fosfat lebih penting daripada kalsium.

Dugaan yang lain adalah bahwa volume saliva yang tinggi akan meningkatkan fungsi *self cleansing* saliva. Apabila dugaan ini terbukti maka status kebersihan mulut kelompok wanita seharusnya lebih baik daripada pria. Namun dugaan ini tidak terbukti sebab status kebersihan mulut (OHI-S) kelompok wanita (2,23) lebih buruk daripada kelompok pria (1,59).

Kajian perbedaan lipid total saliva dan OHI-S antara pria dan wanita ini menunjukkan dugaan bahwa teori *epitaxial* (Cole & Eastoe, 1977) tidak terbukti. Menurut teori ini saliva yang telah lewat jenuh akan mengendap apabila terdapat massa padat (nukleator) di dalam larutan tersebut. lipid total dan kotoran mulut yang digambarkan oleh OHI-S adalah nukleator yang potensial. Hasil uji beda ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna antara kadar lipid total kelompok pria dan wanita. Hasil uji OHI-S juga menggambarkan keadaan yang berlawanan, yaitu OHI-S kelompok wanita lebih buruk daripada kelompok pria padahal seharusnya kelompok yang mempunyai OHI-S lebih tinggi mempunyai kecenderungan membentuk karang gigi supragingiva yang lebih tinggi pula..

Berdasarkan adanya perbedaan karakteristik komposisi saliva antara pria dan wanita, maka pada pengujian pengaruh kadar amonia, bikarbonat dan OHI-S terhadap pH saliva istirahat serta pengujian pengaruh kadar kalsium, fosfat, lipid total dan pH saliva terhadap pembentukan karang gigi perlu melibatkan variabel jenis kelamin sebagai variabel penyerta (*Confounding Variable*). Apabila terbukti bahwa variabel jenis kelamin sebagai penyerta dapat mempengaruhi pH saliva istirahat maupun pembentukan karang gigi supragingiva, maka kenyataan ini sesuai dengan pendapat Guile et al. (1990), Carsten (1991), Frencken et al. (1991) dan Sgan-Cohen (1992) yang menyatakan bahwa pria lebih cenderung mempunyai karang gigi daripada wanita.

5.3 Status Kebersihan Mulut (OHI-S)

Karang gigi adalah suatu massa yang mengalami mineralisasi dan melekat pada permukaan gigi atau gigi tiruan (Carranza, 1994; Checci et al., 1991; Mandel, 1995). Definisi lain menyatakan bahwa karang gigi adalah plak gigi yang mengalami proses

mineralisasi dan atau *materia alba* yang menyerap berbagai macam kristal kalsium fosfat (Schroeder, 1969). Dari berbagai definisi di atas, dapat timbul suatu dugaan bahwa plak dan kotoran yang digambarkan dengan OHI-S berperan dalam pembentukan karang gigi.

Plak gigi dapat mengalami mineralisasi (Carranza, 1994; Checci et al., 1991; Mandel, 1995), sedangkan kotoran gigi dan keberadaan karang gigi yang digambarkan dengan OHI-S juga dapat menjadi nukleator atau inti (Cole & Eastoe, 1977), namun keberadaan plak gigi dapat menimbulkan suasana asam akibat metabolisme kuman plak gigi, kondisi ini dapat menghambat terbentuknya karang gigi supragingiva (Schroeder, 1969; Silverstone et al., 1981; Roeslan, 1992; Carranza, 1994). Oleh karena itu pada penelitian ini perlu diperhitungkan pengaruh kebersihan mulut OHI-S terhadap pH saliva istirahat dan pengaruh kebersihan mulut OHI-S terhadap pembentukan karang gigi.

Kebersihan mulut kedua kelompok sampel dan keseluruhan sampel diukur dengan *Simplified Oral Hygiene Index* (Green & Vermillion, 1961) pada saat sebelum dilakukan pembersihan karang gigi, kemudian 4 minggu, 8 minggu dan 18 minggu setelah dilakukan pembersihan karang gigi.

Tabel 5.4 Status kebersihan mulut OHI-S kelompok penderita karang gigi (studi), kelompok sampel bukan penderita karang gigi (pembanding) dan keseluruhan sampel penderita poliklinik gigi FKG Unair tahun 1997.

Kelompok sampel	Sebelum dibersihkan	4 minggu setelah dibersihkan	8 minggu setelah dibersihkan	18 minggu setelah dibersihkan
Kelompok studi	1,85 ± 0,96	0,90 ± 0,70	1,32 ± 0,46	1,80 ± 0,62
Kelompok pembanding	1,66 ± 0,97	0,61 ± 0,30	0,74 ± 0,37	0,74 ± 0,38
Kemaknaan Independent T-test	p = 0,425	p = 0,047*	p = 0,001*	p = 0,001*
Seluruh sampel	1,98 ± 0,89	0,73 ± 0,52	1,03 ± 0,51	1,3 ± 0,74

* Berbeda bermakna (*Significant*)

Gambaran status kebersihan mulut pada tabel 5.4 menjelaskan pengaruh keberadaan plak gigi terhadap pembentukan karang gigi supragingiva maupun pengaruhnya terhadap pH saliva istirahat.

Pemeriksaan kebersihan mulut penderita karang gigi (OHI-S) pada awal penelitian, minggu keempat, minggu kedelapan dan minggu kedelapanbelas setelah pembersihan karang gigi menunjukkan bahwa OHI-S kelompok studi tampak lebih buruk daripada kelompok kelompok pembanding. Hal ini menunjukkan bahwa kebersihan mulut penderita karang gigi pada umumnya lebih jelek, namun kedua kelompok masih termasuk dalam kategori OHI-S sedang yaitu di antara rentang 1,3–3,0 (Carranza, 1994).

Kelompok sampel yang cenderung membentuk karang gigi supragingiva mempunyai indeks kebersihan mulut yang lebih tinggi pada semua pemeriksaan kecuali pada pemeriksaan awal. Hal ini menunjukkan adanya dugaan bahwa kelompok yang cenderung mempunyai karang gigi mempunyai kebersihan mulut yang lebih buruk daripada kelompok kelompok yang tidak cenderung membentuk karang gigi. Berdasarkan pengamatan ini timbul dugaan bahwa kebersihan mulut (OHI-S) berhubungan dengan pembentukan karang gigi supragingiva.

Kedua kelompok menunjukkan penurunan indeks OHI-S pada saat pemeriksaan pada minggu keempat namun meningkat lagi dan cenderung konstan pada minggu kedelapan dan kedelapanbelas. Perubahan ini tampaknya merupakan reaksi subyek penelitian yang menyadari bahwa mereka sedang dalam pengawasan sehingga lebih memperhatikan kebersihan mulutnya, namun pada pemeriksaan berikutnya kebersihan mulutnya kembali mendekati skor semula, pada saat pertamakali diperiksa.

5.4 Gambaran Pembentukan Karang Gigi Supragingiva

Karang gigi supragingiva adalah karang gigi yang melekat di atas tepi gingiva dan dapat terlihat dalam rongga mulut, berwarna coklat atau putih kekuningan, keras, permukaannya selalu dilapisi oleh plak gigi vital. Karang gigi supragingiva relatif lebih mudah terlepas dari permukaan gigi daripada karang gigi subgingiva (Schroeder, 1977; Carranza, 1994).

Pembentukan kembali setelah pembersihan karang gigi relatif amat cepat terutama pada daerah lingual insisif rahang bawah. Karang gigi supragingiva terdiri dari 70-90% garam anorganik, yang terbanyak adalah garam kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Sekurang-kurangnya, 2/3 komponen anorganik adalah kristal. Karang gigi supragingiva sangat sering terjadi dan jumlahnya cukup banyak pada permukaan bukal geraham rahang atas, berhadapan dengan muara kelenjar saliva Stensen dan di daerah lingual gigi seri rahang bawah berhadapan dengan muara kelenjar saliva Wharton. Sumber mineral utama karang gigi supragingiva adalah saliva (Nisengard & Newman, 1994; Carranza, 1994).

Karang gigi supragingiva lazim pula disebut dengan karang gigi saliva (*salivary calculus*), oleh karena bahan baku karang gigi supragingiva hampir seluruhnya berasal dari komponen saliva. Kejenuhan saliva ini sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan organik dan anorganik saliva seperti : (a) kadar ion kalsium, (b) kadar ion fosfat, (c) kekuatan ionik saliva (*ionic strength*), (d) tetapan kelarutan (*solubility product*) dan (e) pH saliva, sedangkan pengendapan garam kalsium fosfat dipengaruhi oleh pH saliva dan adanya inti. Keberadaan inti atau massa padat seperti kristal hidroksiapatit, protein, lipid dapat memulai proses pengendapan pada saat suatu larutan telah mencapai kondisi lewat

jenuh. Di samping itu faktor kebersihan mulut dapat mempengaruhi proses pengendapan garam kalsium fosfat melalui peranan plak gigi dan adanya massa padat di leher gigi (Cole & Eastoe, 1977; Lagerlof, 1983; Carranza, 1994; Poff et al., 1997).

Plak supragingiva berpengaruh sangat kuat terhadap pembentukan, pertumbuhan dan potensi plak sub gingiva, terutama dalam menyebabkan peradangan gusi dan peradangan jaringan penyangga gigi. Namun jika peradangan ini telah melanjut, peran plak supragingiva sangat sedikit. Plak supragingiva mulai dapat terukur keberadaannya dalam waktu 48 jam dan jika tidak dibersihkan akan mencapai jumlah maksimum pada waktu 30 hari (Carranza, 1994).

Tujuan pengukuran pembentukan karang gigi supragingiva (MLCI) pada penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran pengendapan garam kalsium fosfat yang diduga diakibatkan oleh karakteristik komponen saliva. Gambaran ini menunjukkan perkembangan pembentukan karang gigi pada minggu keempat, minggu kedelapan dan minggu kedelapanbelas setelah dilakukan pembersihan karang gigi.

Tabel 5.5 Gambaran pembentukan karang gigi kelompok penderita karang gigi (studi), kelompok sampel yang bukan penderita karang gigi (pembanding) dan keseluruhan kelompok sampel penderita poliklinik gigi FKG Unair tahun 1997.

Kelompok sampel	Sebelum dibersihkan	4 minggu setelah dibersihkan	8 minggu setelah dibersihkan	18 minggu setelah dibersihkan
Kelompok studi	61,25 ± 30,13	12,29 ± 7,46	21,49 ± 10,01	30,92 ± 10,94
Kelompok pembanding	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Seluruh sampel	30,62 ± 37,40	6,14 ± 8,11	10,74 ± 12,90	15,46 ± 17,36

Rerata pembentukan karang gigi kelompok penderita (kelompok studi) pada minggu keempat sebesar 12,29%, pada minggu kedelapan menjadi 21,49 % dan pada minggu kedelapanbelas mencapai 30,92%. Apabila dibandingkan dengan kondisi sebelum dibersihkan, kelompok penderita karang gigi menunjukkan pembentukan sekitar 50% dalam 18 minggu, sedangkan kelompok sampel yang bukan penderita tetap tidak menunjukkan perubahan. Pembentukan karang gigi pada kelompok penderita menunjukkan kecenderungan terus meningkat dan belum ada petanda bahwa pembentukan akan berhenti pada minggu kedelapanbelas.

Gambaran peningkatan pembentukan karang gigi ini sesuai dengan pendapat Carranza (1994) yang menyatakan bahwa karang gigi akan terus bertambah sampai pada batas maksimal, yaitu karang gigi supragingiva akan terlepas oleh karena gesekan mekanis di dalam mulut.

Tidak bertambahnya karang gigi pada kelompok pembanding ini menunjukkan bahwa kriteria pengambilan sampel telah dapat memisahkan antara kelompok penderita dengan kelompok pembanding dengan benar. Hal ini dapat memperjelas analisis dan pembahasan hasil penelitian.

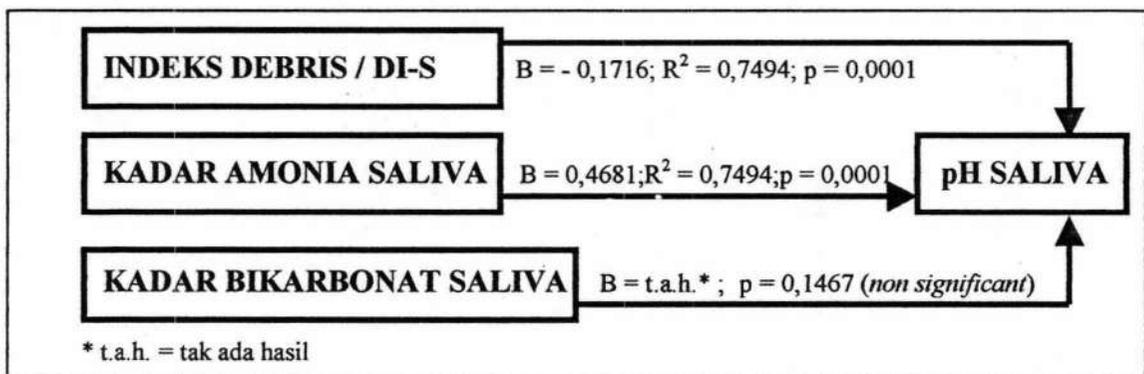
5.5 Pengaruh Kadar Amonia, Kadar Bikarbonat Serta Kebersihan Mulut OHIS

Terhadap pH Saliva Istirahat.

Untuk menguji besar pengaruh kadar amonia, kadar bikarbonat dan kadar OHI-S terhadap pH saliva istirahat dilakukan pengujian regresi ganda linier, namun oleh karena OHI-S adalah indeks kebersihan mulut yang terdiri dari indeks debris (DI-S) dan indeks karang gigi (CI-S), maka pembahasan pengaruh OHI-S terhadap pH saliva istirahat dibagi menjadi tiga bagian.

Bagian pertama adalah pembahasan pengaruh indeks debris bersama-sama dengan kadar amonia dan kadar bikarbonat terhadap pH saliva istirahat. Bagian kedua adalah pembahasan pengaruh indeks karang gigi bersama-sama dengan kadar amonia dan kadar bikarbonat terhadap pH saliva istirahat. Bagian ketiga adalah pembahasan pengaruh OHI-S bersama-sama dengan kadar amonia dan kadar bikarbonat terhadap pH saliva istirahat. Tujuan pemisahan pembahasan pengaruh kebersihan mulut OHI-S ini adalah untuk mempelajari adanya kemungkinan perbedaan pengaruh komponen DI-S, CI-S dan OHI-S terhadap kondisi pH istirahat maupun pembentukan karang gigi.

Pembahasan pertama adalah pembahasan pengaruh indeks debris bersama-sama dengan kadar amonia dan kadar bikarbonat saliva terhadap pH saliva istirahat. Skema analisis pembahasan pertama ini adalah seperti gambar 5.1.



Gambar 5.1 Skema analisis pengaruh indeks debris, kadar amonia saliva dan kadar bikarbonat saliva terhadap pH saliva istirahat kelompok gabungan.

Hasil analisis data ini menunjukkan bahwa kadar amonia mempunyai pengaruh positif sebesar 0,4681, indeks debris mempunyai pengaruh negatif sebesar 0,1716 dan kadar bikarbonat saliva menunjukkan pengaruh yang tidak bermakna. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi kadar amonia, semakin tinggi pula pH saliva istirahat, sebaliknya,

karena pengaruh indeks debris adalah negatif, maka semakin tinggi indeks debris semakin rendah pH saliva istirahat.

Hasil uji statistik regresi ganda linier tahap pertama ini menunjukkan bahwa kadar amonia adalah faktor yang paling dominan yang dapat mempengaruhi pH saliva istirahat. Pengaruh positif ini diakibatkan oleh penambahan senyawa basa yaitu amonia dari penguraian urea saliva menjadi amonia oleh urease bakteri rongga mulut *Streptococcus salivarius*, sehingga semakin tinggi kadar amonia, maka semakin tinggi pH saliva istirahat.

Metabolisme urea oleh bakteri plak gigi juga dapat menghasilkan amonia, sehingga dapat mempengaruhi lingkungannya yaitu pH saliva. Pada beberapa proses, asam amino diperoleh dari hasil pemecahan protein dengan bantuan enzim proteolitik seperti kolagenase dan peptidase. Jika suatu asam amino dibebaskan, maka akan diubah oleh sel menjadi asam amino lain yang diperlukan untuk pertumbuhannya.

Penguraian asam amino ini dapat menghasilkan amonia melalui proses deaminasi. Deaminasi dan dekarboksilasi dapat terjadi pada sel yang sama, namun pada saat yang berbeda, hal ini tergantung pada pH mediumnya. Pada medium dengan pH yang tinggi, deaminasi asam amino akan menghasilkan amonia dan asam keto yang kemudian diubah menjadi asam asetat, asam propionat dan asam butirat sedangkan pada medium dengan pH rendah (5.0) dekarboksilasi asam amino akan menghasilkan CO_2 dan Amina. Oleh karena itu, pH plak gigi, selalu satu unit lebih tinggi daripada pH saliva. Hal ini juga disumbang oleh reaksi hidrolisis terhadap urea (Cole & Eastoe, 1977; Melville & Russell, 1981; Marsh & Martin, 1984; Schuster, 1990).

Sissons & Hancock (1993) juga menyebutkan bahwa jika diberi aliran saliva, titik maksimum peningkatan pH ini akan lebih rendah. Keadaan ini membuktikan bahwa dengan aliran saliva maka produk amonia dari metabolisme urea tidak optimal, sehingga pH tidak meningkat seperti jika tidak diberi aliran saliva. Laporan ini sesuai dengan hasil penelitian kami ini yang menemukan bahwa pada kelompok wanita yang rerata volume salivanya tinggi lebih cenderung tidak membentuk karang gigi.

Di samping itu, asam laktat hasil metabolisme karbohidrat (terutama sukrosa) oleh *S. mutans* pada plak gigi juga dapat mempengaruhi pH saliva menjadi asam. Hasil metabolisme sukrosa adalah asam yang sangat kuat yaitu asam laktat (Schroeder, 1969; Silverstone et al., 1981; Roeslan, 1992; Carranza, 1994).

Berdasarkan kajian beberapa teori di atas maka dapat ditarik suatu asumsi bahwa pengaruh amonia hasil metabolisme urea bakteri plak gigi terhadap peningkatan pH saliva lebih kecil daripada pengaruh asam laktat hasil penguraian karbohidrat bakteri plak gigi terhadap penurunan pH saliva, sehingga pengaruh indeks debris terhadap pH saliva istirahat cenderung negatif.

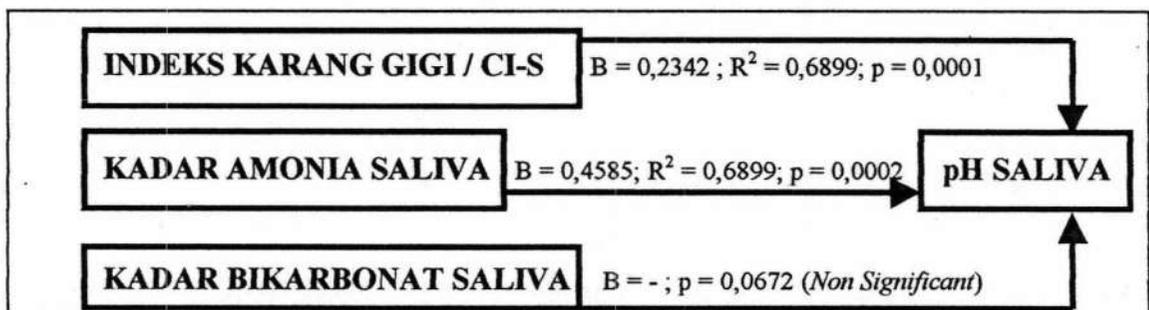
Semakin tinggi indeks debris menunjukkan semakin banyak plak gigi, sebagai akibatnya semakin banyak asam laktat yang dihasilkan. Kondisi asam yang diakibatkan oleh asam laktat akan mempengaruhi pH saliva istirahat, sehingga semakin tinggi indeks debris semakin rendah pH saliva istirahat. Namun oleh karena pengaruh positif kadar amonia lebih besar daripada pengaruh negatif indeks debris maka kondisi pH saliva istirahat tidak terlalu asam (pH = 6,44).

Bikarbonat saliva merupakan bufer asam yang utama. Bikarbonat menetralkan keasaman saliva dengan mengikat ion hidrogen. Hasil reaksi ini adalah terbentuknya air

dan karbondioksida. Sebagai akibatnya, apabila kadar bikarbonat mencukupi, pH saliva yang asam meningkat menjadi normal ($\text{pH} = 7,00$) kembali (Cole & Eastoe, 1977; Amerongen et al., 1992). Oleh karena itu kadar bikarbonat saliva istirahat dalam penelitian ini perlu diperhitungkan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar bikarbonat menunjukkan pengaruh yang tidak bermakna terhadap pH saliva istirahat, hal ini disebabkan oleh karena kadar bikarbonat sangat berkurang pada saat saliva istirahat. Berkurangnya kadar bikarbonat ini disebabkan oleh resorpsi yang terjadi pada duktus striata kelenjar saliva (Amerongen et al., 1992; Brand & Isselhard, 1994; Bradley, 1995). Kemungkinan berikutnya adalah bikarbonat merupakan bentuk senyawa yang cepat berubah, pada pengambilan unit analisis *in vivo*, bisa juga bikarbonat sudah berubah bentuk menjadi $[\text{H}_2\text{CO}_3]$. Kemungkinan lain adalah bahwa variasi kadar bikarbonat saliva antar individu sangat tinggi, sehingga sangat mempengaruhi hasil uji statistik.

Tahapan analisis kedua adalah analisis pengaruh indeks karang gigi, kadar amonia dan kadar bikarbonat saliva terhadap pH saliva istirahat.



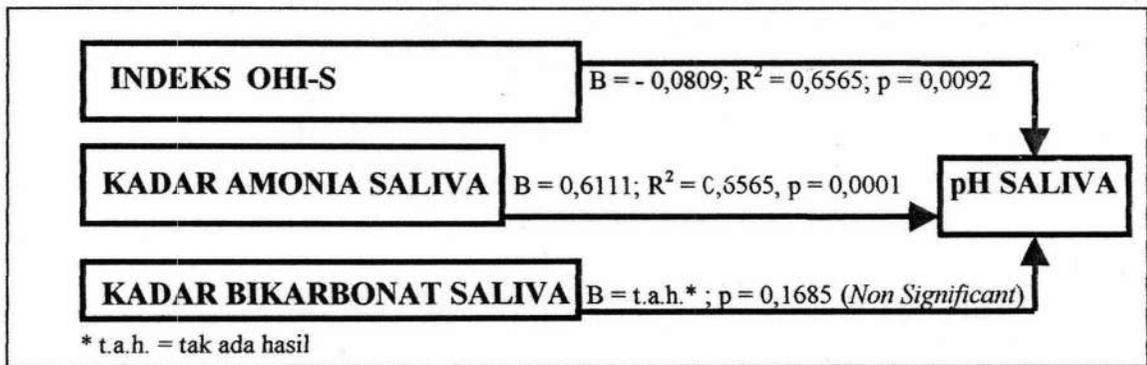
Gambar 5.2 Skema analisis pengaruh indeks karang gigi, kadar amonia saliva dan kadar bikarbonat saliva terhadap pH saliva istirahat kelompok gabungan.

Hasil analisis regresi ganda linier menunjukkan bahwa kadar amonia mempunyai pengaruh positif sebesar 0,4585, indeks karang gigi mempunyai pengaruh positif sebesar 0,2342. Sedangkan kadar bikarbonat menunjukkan pengaruh yang tidak bermakna. Kenyataan ini menunjukkan bahwa kadar amonia merupakan faktor yang paling dominan terhadap pH saliva istirahat, sedangkan pengaruh indeks karang gigi merupakan faktor yang meduduki peringkat kedua.

Pengaruh positif kadar amonia diakibatkan oleh penambahan senyawa basa yaitu amonia dari penguraian urea saliva menjadi amonia oleh urease bakteri rongga mulut seperti *Streptococcus salivarius*, sehingga semakin tinggi kadar amonia semakin tinggi pH saliva istirahat (Biswas, 1982; Sissons et al., 1985; Sissons & Hancock, 1993).

Pengaruh positif indeks karang gigi diakibatkan oleh karena proses pengendapan garam kalsium fosfat juga ditentukan oleh adanya inti atau nukleator, pengendapan akan bertambah cepat apabila terdapat inti yang mempunyai struktur garam kalsium fosfat yang sama. Teori ini didukung oleh bukti empiris bahwa walaupun darah sangat jenuh dengan hidroksi apatit dan pH darah mencapai 7,4, namun tidak pernah terjadi pengendapan hidroksi apatit. Pengendapan hidroksi apatit di dalam darah terjadi apabila terdapat suatu massa padat yang bertindak sebagai nukleator. Dalam hal ini, karang gigi yang telah terbentuk bertindak sebagai nukleator yang mempunyai struktur sama dengan garam kalsium fosfat yang akan mengendap (Cole & Eastoe, 1977).

Pengaruh positif indeks karang gigi ini masih lebih rendah apabila dibandingkan dengan pengaruh positif kadar amonia. Hal ini diduga oleh karena karang gigi selalu tertutup atau dilapisi oleh plak gigi, sehingga pengaruh positif ini masih diganggu oleh pengaruh negatif hasil metabolisme kuman di dalam plak gigi.



Gambar 5.3 Skema analisis pengaruh indeks OHI-S, kadar amonia saliva dan kadar bikarbonat saliva terhadap pH saliva istirahat.

Analisis tahap ketiga adalah analisis pengaruh kadar amonia, kadar bikarbonat dan kadar kebersihan mulut OHI-S terhadap pH saliva istirahat. Skema analisis tahapan ke tiga ini dapat dilihat pada gambar 5.3.

Kebersihan mulut diukur dengan menggunakan indeks kebersihan mulut OHI-S terdiri dari indeks debris dan indeks karang gigi. Indeks debris menunjukkan penumpukan kotoran yang menyelimuti permukaan gigi. Kotoran gigi ini meliputi plak gigi dan sisa makanan yang tertinggal, sedangkan indeks karang gigi menunjukkan banyaknya karang gigi supragingiva yang menutupi permukaan gigi.

Sebelum membahas hasil analisis ini maka perlu diperhatikan bahwa pengukuran dengan menggunakan indeks kebersihan mulut (OHI-S) akan menghasilkan indeks yang mencerminkan keadaan semakin kotor keadaan rongga mulut, skor indeks OHI-S akan semakin tinggi. Demikian pula dengan indeks debris (DI-S) dan indeks karang gigi (CI-S), kedua indeks ini juga menggambarkan bahwa semakin tinggi skor indeks tersebut semakin kotor dan semakin banyak karang gigi supragingiva yang menutupi permukaan gigi.

Hasil analisis dengan menggunakan uji statistik regresi ganda linier menunjukkan bahwa kadar amonia mempunyai pengaruh positif sebesar 0,6111. Indeks kebersihan

mulut OHI-S mempunyai pengaruh negatif sebesar $-0,0809$, sedangkan kadar bikarbonat menunjukkan pengaruh yang tidak bermakna.

Pengaruh positif kadar amonia ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar amonia, semakin tinggi pula pH saliva istirahat. Hal ini diakibatkan oleh penambahan senyawa basa yaitu amonia. (Biswas, 1982; Sissons et al., 1985; Sissons & Hancock, 1993).

Pengaruh negatif kebersihan mulut terhadap kondisi pH saliva istirahat diakibatkan oleh adanya metabolisme kuman di dalam plak gigi, terutama *S. mutans*. Plak gigi adalah sekumpulan bakteri hidup maupun mati serta produknya yang menempel pada permukaan gigi, berbentuk seperti film tipis, lunak dan padat (Schroeder, 1969). Pengumpulan bakteri plak gigi dimulai dari penguraian karbohidrat (terutama sukrosa) oleh glukosil transferase (sistem enzim ekstrasel *Streptococcus mutans*) menjadi glukukan (dekstran ikatan alfa 1-3). Glukan yang terbentuk merupakan massa seperti lumpur, pekat, tidak mudah larut dalam air, bersifat lengket dan berperan pada perlekatan kuman pada permukaan gigi. Selanjutnya glukukan berperan sebagai fasilitator perkembangan kuman yang melekat (Silverstone, 1981; Roeslan, 1992; Carranza, 1994). *Streptococcus mutans* yang merupakan kuman terbanyak pada plak gigi, menguraikan karbohidrat, terutama sukrosa menjadi asam laktat. Asam laktat dapat mempengaruhi pH lingkungannya menjadi asam (Roeslan, 1992).

Berdasarkan teori ini maka indeks debris dapat mempengaruhi pH saliva istirahat, sedangkan indeks karang gigi tidak dapat mempengaruhi pH saliva secara langsung. Kekasaran permukaan karang gigi membuat plak gigi dan sisa makanan sulit dibersihkan sehingga plak gigi inilah yang secara langsung membuat lingkungan menjadi asam.

Indeks kebersihan mulut OHI-S adalah gabungan indeks debris yang menggambarkan kekotoran gigi, termasuk plak gigi dengan indeks karang gigi. Pengaruh negatif yang ditunjukkan oleh indeks kebersihan mulut OHI-S diakibatkan oleh karena keberadaan plak gigi yang selalu menutupi karang gigi, sehingga semakin banyak karang gigi maka semakin banyak pula plak gigi yang menempel.

Pengaruh negatif indeks plak gigi ini lebih kuat daripada pengaruh positif indeks karang gigi. Hal ini diakibatkan oleh karena plak gigi selalu terletak dipermukaan karang gigi sehingga pengaruh positif indeks karang gigi yaitu sebagai nukleator menjadi berkurang. Berdasarkan analisis di atas maka indeks kebersihan mulut OHI-S dipandang sebagai indeks kebersihan mulut yang lebih dapat mencerminkan pengaruh sesungguhnya dari gabungan indeks debris dan indeks karang gigi. Oleh karena itu, pada tahapan analisis selanjutnya, yang diperhitungkan adalah hanya pengaruh OHI-S.

Hasil perbandingan pengaruh indeks karang gigi, indeks debris dan indeks kebersihan mulut (OHI-S) menunjukkan bahwa indeks debris cenderung menunjukkan pengaruh yang negatif terhadap pH saliva istirahat, artinya semakin tinggi indeks debris semakin rendah pH saliva istirahat. Sebaliknya indeks karang gigi cenderung menunjukkan pengaruh positif, namun indeks debris menunjukkan pengaruh negatif yang lebih kuat. Kenyataan ini sesuai dengan teori bahwa karang gigi selalu tertutup dengan plak gigi, sehingga pengaruh plak gigi yang digambarkan dengan indeks debris tampak lebih dominan mempengaruhi pH saliva istirahat. Pengaruh negatif yang ditunjukkan oleh indeks debris sesuai pula dengan pengaruh negatif indeks kebersihan mulut OHI-S terhadap pH saliva. Indeks kebersihan mulut OHI-S adalah gabungan antara indeks debris

dan indeks karang gigi, sehingga untuk pengujian lebih lanjut cukup digunakan indeks kebersihan mulut OHI-S.

Berdasarkan telaah beberapa hasil pengujian di atas maka hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa kadar amonia saliva istirahat adalah faktor yang mempunyai pengaruh lebih besar daripada pengaruh kadar bikarbonat dan kebersihan mulut terhadap saliva istirahat dapat dibuktikan.

Berdasarkan diskripsi hasil penelitian di atas, maka timbul dugaan bahwa variabel jenis kelamin dapat mempengaruhi pH saliva maupun pembentukan karang gigi supragingiva. Dengan pertimbangan di atas, maka untuk menguji pengaruh jenis kelamin sebagai variabel penyerta terhadap pH saliva istirahat maupun pengaruhnya terhadap pembentukan karang gigi supragingiva dilakukan uji *Anova Simple Factorial* (Anakova).

Pada pengujian pengaruh variabel penyerta jenis kelamin terhadap pH saliva istirahat didapatkan hasil yang bermakna ($F = 6,375$; $p = 0,014$). Efek utama secara bersama-sama variabel OHI-S, pH, kadar kalsium, kadar fosfat dan kadar lipid total mempunyai pengaruh yang bermakna ($F = 35,794$; $p = 0,001$) terhadap pembentukan karang gigi supragingiva. Sedangkan efek secara parsial dari kadar amonia ($F = 92,811$; $p = 0,001$) dan OHI-S ($F = 7,772$; $p = 0,007$) juga mempunyai pengaruh yang bermakna. Namun kadar bikarbonat menunjukkan pengaruh yang tidak bermakna ($F = 0,435$; $p = 0,512$). Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa jenis kelamin sebagai variabel penyerta berpengaruh terhadap pH saliva istirahat. Pengaruh yang terbesar adalah pengaruh kadar amonia terhadap pH saliva istirahat, kemudian pengaruh terbesar kedua adalah pengaruh OHI-S.

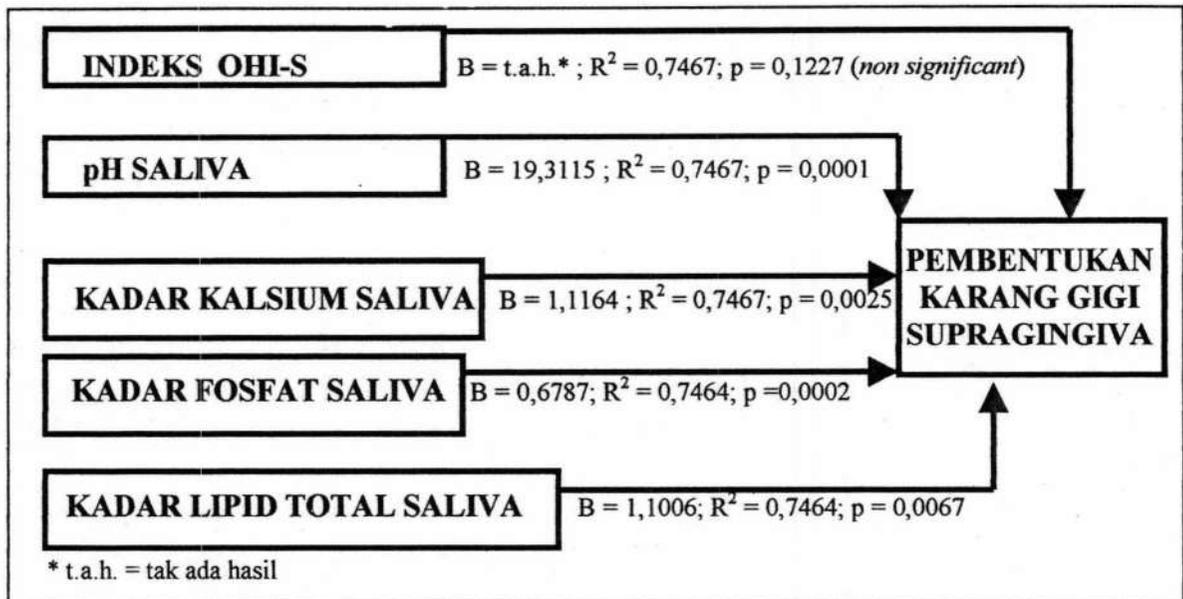
Hasil pengujian pengaruh variabel penyerta jenis kelamin terhadap pembentukan karang gigi supragingiva menunjukkan bahwa didapatkan pengaruh yang tidak bermakna ($F = 1,987$; $p = 0,164$) Efek utama secara bersama-sama variabel OHI-S, pH, kadar kalsium, kadar fosfat dan kadar lipid total mempunyai pengaruh yang bermakna ($F = 67,565$; $p = 0,001$) terhadap pembentukan karang gigi supragingiva. Sedangkan efek secara parsial pH ($F = 43,481$; $p = 0,001$), kadar fosfat ($F = 23,770$; $p = 0,001$), dan kadar kalsium ($F = 10,209$; $p = 0,002$) terhadap pembentukan karang gigi supragingiva juga menunjukkan pengaruh yang bermakna. Namun kadar lipid total ($F = 0,614$; $p = 0,437$) dan OHI-S ($F = 2,564$; $p = 0,115$) menunjukkan pengaruh yang tidak bermakna. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaruh terbesar adalah pengaruh pH saliva terhadap pembentukan karang gigi supragingiva, pengaruh terbesar berikutnya adalah pengaruh kadar fosfat dan peringkat berikutnya adalah pengaruh kadar kalsium terhadap pembentukan karang gigi.

Berdasarkan hasil uji anakova di atas, didapatkan kesimpulan bahwa variabel jenis kelamin menunjukkan pengaruh yang bermakna terhadap pH saliva namun tidak menunjukkan pengaruh yang bermakna terhadap pembentukan karang gigi supragingiva.

5.6 Pengaruh Kadar Kalsium, Kadar Fosfat, Kadar Lipid Total, pH Saliva Istirahat Dan Kebersihan Mulut Terhadap Pembentukan Karang Gigi supragingiva.

Untuk menguji variabel yang berpengaruh langsung terhadap pembentukan karang gigi supragingiva digunakan uji regresi ganda linier. Hasil analisis uji regresi ganda linier tentang pengaruh kadar kalsium, kadar fosfat, kadar lipid total saliva, pH saliva istirahat dan kebersihan mulut OHI-S terhadap pembentukan karang gigi adalah

sebagai berikut : pH saliva istirahat merupakan faktor yang berpengaruh paling besar ($B = 19,3115$) terhadap pembentukan karang gigi supragingiva, sedangkan kadar kalsium saliva mempunyai pengaruh sebesar ($B = 1,1164$); kadar fosfat saliva ($B = 0,6787$) dan kadar lipid total saliva ($B = 1,1006$). Namun, faktor kebersihan mulut OHI-S menunjukkan pengaruh yang tidak bermakna terhadap pembentukan karang gigi supragingiva.



Gambar 5.4 Skema analisis pengaruh indeks OHI-S, pH saliva istirahat, kadar kalsium saliva, kadar fosfat saliva dan kadar lipid total saliva terhadap pembentukan karang gigi supragingiva.

Karang gigi supragingiva disebut juga *salivary calculus*, oleh karena bahan baku karang gigi supragingiva hampir seluruhnya berasal dari komponen saliva. Pembentukan karang gigi supragingiva adalah suatu proses yang didahului dengan kejenuhan saliva terhadap garam kalsium fosfat. Kejenuhan saliva ini sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan organik dan anorganik saliva seperti : kadar ion kalsium, kadar ion fosfat, kekuatan ionik saliva, tetapan kelarutan dan pH saliva. Setelah saliva dalam kondisi lewat jenuh

maka garam kalsium fosfat mulai mengendap, namun proses ini masih dipengaruhi bebarapa faktor seperti tetapan kelarutan yang dimiliki oleh garam kalsium fosfat tertentu dan inti. Keberadaan inti atau massa padat seperti kristal hidroksiapatit, protein dan lipid dapat memulai proses pengendapan pada saat suatu larutan telah *supersaturated* atau lewat jenuh. Di samping itu faktor kebersihan mulut juga dapat mempengaruhi proses pengendapan garam kalsium fosfat melalui peranan plak gigi dan tersedianya massa padat di sekitar leher gigi (Cole & Eastoe, 1977; Lagerlof, 1983; Carranza, 1994; Poff et al., 1997).

Pengaruh pH saliva istirahat dalam proses ini tampak sangat kuat. Hal ini disebabkan oleh karena pada proses penjenuhan saliva, pH saliva yang tinggi mempengaruhi pelepasan ion H^+ pada fosfat $[H_3PO_4]$ sehingga menjadi fosfat yang lebih ionik seperti $[H_2PO_4^-]$, $[HPO_4^{2-}]$ dan $[PO_4^{3-}]$ (Cole & Eastoe, 1977; Roth & Calmes, 1981; Speirs, 1984).

Kadar ion kalsium dan fosfat yang meningkat akan mempengaruhi produk ion (I_p) garam kalsium fosfat, sehingga akan meningkatkan kejenuhan saliva terhadap garam kalsium fosfat (Lagerlof, 1983). Dawes (1998) mengatakan bahwa apabila I_p melewati tetapan kelarutan (K_{sp}) maka garam kalsium fosfat akan mengendap. Oleh karena setiap struktur garam kalsium fosfat mempunyai K_{sp} dan I_p yang berbeda maka setiap struktur garam kalsium fosfat mempunyai titik lewat jenuh yang berbeda.

Kristal garam kalsium fosfat yang sering ditemui di dalam saliva adalah brusit $[CaHPO_4 \cdot 2H_2O]$, oktakalsium fosfat $[Ca_8H_2(PO_4)_6 \cdot 5H_2O]$, trikalsium fosfat $[Ca_3(PO_4)_2]$, dan hidroksi apatit $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$. Kristal garam kalsium fosfat yang terbanyak pada karang gigi supragingiva adalah hidroksiapatit (Lagerlof, 1983; Speirs, 1984; Carranza,

1994; Tohda et al., 1995).

Komponen utama dari kandungan anorganik karang gigi adalah : kalsium 39%, fosfor 19%, karbon dioksida 1,9%, magnesium 0,8 dan selebihnya adalah *trace elemen* yang terdiri atas sodium, seng, stronsium, bromin, tembaga, mangan, tungsten, emas, aluminium, silikon, besi dan fluor.

Minimal 60% dari komponen bahan anorganik karang gigi berbentuk kristal. Keempat kristal utama yang ada adalah hidroksiapatit sebanyak 58%, magnesium *whitlockite* (witlokit) dan oktakalsium fosfat sebanyak 21% serta brusit sebanyak 9% . Pada umumnya terdapat 2 atau lebih bentukan kristal, hidroksiapatit dan oktakalsium fosfat adalah kristal yang paling sering terbentuk. Pada karang gigi supragingiva terdapat sekitar 97%-100% (Carranza, 1994).

Kondisi pH saliva dapat juga mempengaruhi kejenuhan saliva terhadap garam kalsium fosfat tertentu. Pada pH 5,5 atau lebih saliva dalam kondisi lewat jenuh dengan hidroksi apatit. Pada pH 6,4 keatas juga lewat jenuh dengan tri kalsium fosfat dan di atas pH 6,9 juga lewat jenuh dengan okta kalsium fosfat. Sedangkan di kalsium fosfat (brusit) tidak pernah mencapai titik lewat jenuh pada rentang pH antara 5 sampai 8 (Lagerlof,1988).

Pengaruh pH terhadap pembentukan karang gigi ini juga dilaporkan oleh Amerongen et al. (1992) dan Epstein et al. (1980). Kedua peneliti ini menyatakan bahwa ketidak-mampuan ginjal membuang amonia dan urea dari dalam plasma akan mengakibatkan kondisi yang lebih cenderung membentuk karang gigi.

Kondisi saliva yang jenuh terhadap garam kalsium fosfat juga dipengaruhi oleh kadar ion fosfat dan kadar ion kalsium, oleh karena kadar ion fosfat dan kalsium saliva

mempengaruhi produk ion (Ip). Ion fosfat dan kalsium saliva dapat berasal dari sekresi kelenjar dan pemecahan protein maupun lemak di dalam saliva. Kadar ion kalsium saliva submandibula lebih tinggi daripada saliva parotis, keduanya akan meningkat dengan meningkatnya sekresi saliva. Sebaliknya, kadar fosfat saliva parotis lebih tinggi daripada saliva submandibula, keduanya akan menurun dengan meningkatnya sekresi saliva (Roth & Calmes, 1981).

Speirs (1984) menyatakan bahwa hanya sekitar 50% kalsium saliva terionisasi, sisanya terikat dengan protein saliva, sebagian lagi bersenyawa dengan fosfat, sitrat, laktat dan bikarbonat. Fosfat sebagian besar terionisasi dalam saliva. Jika sekresi saliva tidak dirangsang, maka sekitar 90% dari keseluruhan kalsium dan fosfat terdapat dalam bentuk ion. Beal (1995) menambahkan bahwa konsentrasi ion PO_4^{3-} tidak terpengaruh oleh kecepatan aliran saliva.

Pada penelitian ini hasil analisis regresi ganda linier menunjukkan bahwa kadar fosfat dan kalsium berpengaruh positif terhadap pembentukan karang gigi, hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar fosfat, semakin tinggi pula pembentukan karang gigi. Hasil ini sesuai dengan pendapat Lagerlof (1983); Poff et al. (1997) dan Dawes (1998) yang menyatakan bahwa kadar ion fosfat dan ion kalsium mempengaruhi kejenuhan saliva terhadap garam kalsium fosfat. Poff et al. (1997) juga menyatakan bahwa kadar ion kalsium berhubungan erat dengan pembentukan karang gigi supraginggiva.

Pengaruh kadar fosfat total terhadap pembentukan karang gigi ini tampak nyata, kemungkinan disebabkan oleh karena sebagian besar fosfat saliva berbentuk ion. Hasil ini juga sesuai dengan pendapat Nisengard (1994) dan Carranza (1994) yang menyatakan

bahwa walaupun kadar kalsium saliva penderita karang gigi lebih tinggi daripada rerata individu normal, kadar fosfat penderita karang gigi tiga kali lebih tinggi daripada rerata individu normal. Hal ini memberi kesan bahwa kadar fosfat saliva merupakan faktor yang lebih penting dalam pembentukan karang gigi.

Pengendapan garam kalsium fosfat juga dipengaruhi oleh adanya *nukleator* atau inti. Hal ini dapat dibuktikan dengan melihat pada larutan darah. Darah pada kondisi normal mempunyai pH 7,4 dan selalu dalam kondisi lewat jenuh dengan hidroksiapatit. Namun di dalam darah tidak pernah terjadi endapan hidroksiapatit, bahkan bila hal ini terjadi akan sangat berbahaya. Teori *epitaxial* atau *heterogenous enucleation* menyatakan bahwa untuk mengendapkan garam kalsium fosfat yang telah lewat jenuh dalam suatu larutan, diperlukan suatu inti yang akan memulai proses pengendapan tersebut. Garam kalsium fosfat akan lebih mudah mengendap, apabila inti tersebut berstruktur sama dengan garam kalsium fosfat yang akan mengendap (Cole & Eastoe, 1977).

Di dalam rongga mulut banyak sekali massa padat yang dapat bertindak sebagai inti. Inti yang berupa bahan anorganik dapat berupa email gigi yang sebagian besar terbentuk dari kristal hidroksiapatit dan karang gigi yang telah ada sebelum pembentukan selanjutnya dimulai. Sedangkan inti juga dapat berupa bahan organik seperti kolagen dentin, lipid, glikosaminoglikan dan sialoprotein dari tulang (Cole & Eastoe, 1977).

Keberadaan karang gigi di dalam rongga mulut diukur dengan indeks karang gigi yang termasuk di dalam indeks kebersihan mulut OHI-S, sedangkan keberadaan lipid saliva ditandai dengan kadar lipid total yang ditemukan dalam saliva istirahat. Kedua faktor ini dapat mempengaruhi pembentukan karang gigi melalui suatu mekanisme yang disebut dengan teori *epitaxial*. Pada penelitian ini indeks kebersihan mulut menunjukkan

pengaruh yang tidak bermakna, hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya pengaruh yang bertentangan di dalam indeks OHI-S tersebut. Seperti telah dijelaskan di atas bahwa OHI-S terdiri dari indeks debris (DI-S) dan indeks karang gigi (CI-S), pada satu pihak indeks debris menunjukkan pengaruh negatif dan sekaligus di sisi lain indeks karang gigi menunjukkan menunjukkan pengaruh positif terhadap pembentukan karang gigi.

Hasil pengujian ini menggambarkan bahwa pengendapan garam kalsium fosfat atau pembentukan karang gigi supragingiva, yang di dalam penelitian ini diukur dengan indeks *Marginal Line Calculus Index* (MLCI), sangat dipengaruhi oleh pH saliva istirahat. Hal ini berhubungan dengan pengaruh pH saliva terhadap kejenuhan saliva terhadap kristal pembentuk karang gigi. Berdasarkan temuan penelitian ini dan kajian teori yang telah ada, dapat ditarik kesimpulan bahwa pH saliva istirahat mempunyai pengaruh yang lebih besar daripada kadar kalsium total, kadar fosfat total, kadar lipid total dan indeks kebersihan mulut OHI-S terhadap pembentukan karang gigi supragingiva.

Berdasarkan telaah di atas dapat dinyatakan bahwa hipotesis kedua yang menyatakan bahwa kondisi pH saliva istirahat adalah faktor yang mempunyai pengaruh lebih besar daripada pengaruh kadar kalsium total, kadar fosfat total, kadar lipid total dan kebersihan mulut terhadap pembentukan karang gigi supragingiva dapat dibuktikan.

5.7 Kadar Amonia Saliva Istirahat Sebagai Faktor Pemicu Pembentukan Karang Gigi Supragingiva Melalui Pengaruhnya Terhadap pH Saliva Istirahat

Analisis dan pembahasan kadar amonia sebagai pemicu pembentukan karang gigi supragingiva meliputi dua tahap, yaitu : (a) tahap analisis pengaruh penyebab langsung

seperti pengaruh pH saliva istirahat, kadar kalsium, fosfat, lipid total dan kebersihan mulut OHI-S serta (b) penyebab tak langsung seperti pengaruh kadar amonia, bikarbonat dan kebersihan mulut OHI-S.

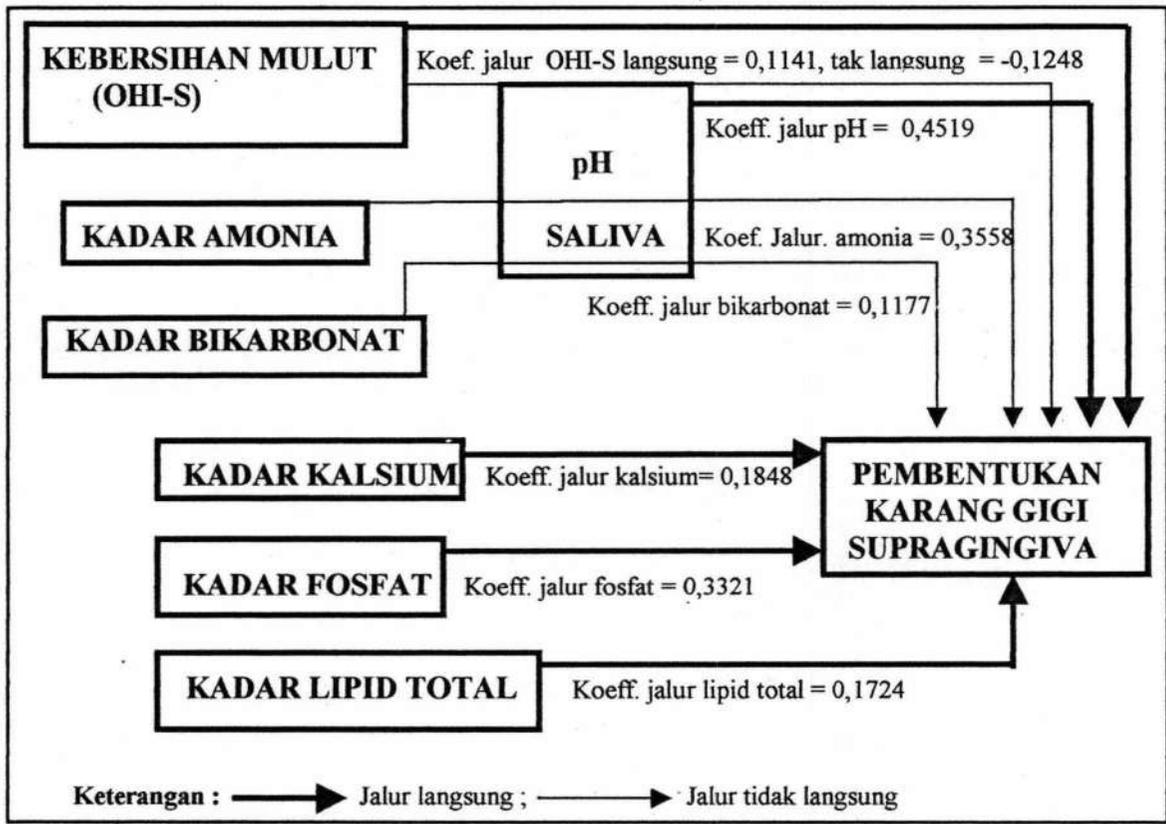
Pengaruh kadar amonia, bikarbonat dan kebersihan mulut disebut sebagai pengaruh tidak langsung oleh karena ketiga variabel ini mempengaruhi pembentukan karang gigi supragingiva melalui pengaruhnya terhadap variabel antara yaitu pH saliva istirahat. Di dalam tahap analisis ini kebersihan mulut OHI-S dapat berperan sebagai penyebab langsung maupun tak langsung. Hal ini disebabkan oleh karena plak gigi yang dapat mempengaruhi pH saliva istirahat melalui metabolisme karbohidrat oleh kuman plak. Di samping itu, kotoran yang tertinggal di dalam mulut dan sisa karang gigi dapat pula berperan sebagai nukleator karang gigi supragingiva, sebab kotoran dan sisa karang gigi tersebut juga tercatat di dalam OHI-S.

Uji jalur (*path analysis*) digunakan untuk mempelajari pengaruh beberapa variabel bebas terhadap satu variabel tergantung, dimana beberapa dari variabel bebas tersebut berpengaruh terhadap variabel tergantung melalui variabel antara (Munro et al., 1986). Uji jalur pada penelitian ini digunakan untuk membuktikan amonia sebagai faktor pemicu pembentukan karang gigi melalui pengaruhnya terhadap pH saliva istirahat.

Hasil uji jalur terhadap faktor tidak langsung menunjukkan bahwa koefisien jalur pengaruh amonia terhadap pembentukan karang gigi supragingiva melalui pH saliva istirahat adalah 0,3558, koefisien jalur pengaruh kadar bikarbonat melalui pH saliva istirahat adalah 0,1177 dan koefisien jalur pengaruh kebersihan mulut OHI-S melalui pH saliva istirahat adalah -0,1248.

Skema uji jalur yang menguji kadar amonia sebagai pemicu pembentukan karang

gigi supragingiva dapat dilihat pada gambar 5.5.



Gambar 5.5. Pengaruh kadar amonia saliva istirahat terhadap pembentukan karang gigi supragingiva.

Pengaruh amonia yang sangat kuat ini sebagai akibat tersedianya urea yang cukup tinggi di dalam saliva yaitu kurang lebih 20 mg/100 ml. Kadar urea cenderung stabil oleh karena urea tidak mengalami modifikasi lagi di dalam saluran kelenjar saliva. Kadar urea dalam saliva berhubungan erat dengan kadar urea dalam plasma darah (Amerongen et al., 1992; Roth & Calmes, 1981; Speirs, 1984). Efektifitas amonia dalam meningkatkan pH saliva ini juga telah dibuktikan oleh Biswas (1982). Sissons & Hancock (1993) melaporkan bahwa peningkatan pH adalah hasil penguraian urea oleh urease sebagai upaya *S. salivarius* mempertahankan lingkungannya agar tetap netral.

Kadar bikarbonat saliva berperan tidak langsung dalam mekanisme pembentukan karang gigi supragingiva. Menurut kajian teori, kadar bikarbonat berperan terhadap pembentukan karang gigi supragingiva melalui pengaruhnya terhadap pH saliva istirahat. Namun hasil uji koefisien jalurnya 3 kali lebih kecil apabila dibandingkan koefisien jalur kadar amonia saliva. Berkurangnya pengaruh kadar bikarbonat ini disebabkan oleh resorpsi yang terjadi pada duktus striata kelenjar saliva. Di samping itu bikarbonat adalah senyawa yang cepat berubah menjadi H_2CO_3 atau menjadi H_2O dan CO_2 , sehingga kurang efektif dalam peningkatan pH saliva istirahat (Amerongen et al., 1992; Brand & Isselhard, 1994; Bradley, 1995). Kemungkinan lain adalah bahwa variasi kadar bikarbonat saliva antar individu sangat tinggi, sehingga sangat mempengaruhi hasil penelitian.

Hasil uji jalur pada penyebab langsung menunjukkan bahwa pH saliva istirahat mempunyai pengaruh yang paling besar terhadap pembentukan karang gigi supragingiva yaitu 0,4519. Pengaruh terbesar kedua adalah fosfat yaitu 0,3321. Sedangkan yang ketiga adalah kalsium yaitu 0,1848, keempat adalah lipid total yaitu 0,1724 dan pengaruh yang terkecil adalah kebersihan mulut OHI-S yaitu 0,1141. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Lagerlof (1988) dan Poff et al., (1998). Kedua peneliti menyatakan bahwa kejenuhan saliva sangat dipengaruhi oleh pH saliva. Pengaruh pH saliva istirahat dalam proses ini disebabkan oleh karena peningkatan pH saliva mempengaruhi bentuk fosfat menjadi lebih ionik. (Cole & Eastoe, 1977; Roth & Calmes, 1981; Speirs, 1984).

Bertambahnya kadar ion fosfat akan mempengaruhi produk ion garam kalsium fosfat, sehingga akan meningkatkan kejenuhan saliva terhadap garam kalsium fosfat (Lagerlof, 1983). Di dalam penelitian lain, Dawes (1998) menemukan bahwa apabila

harga produk ion melewati tetapan kelarutan maka garam kalsium fosfat akan mengendap. Oleh karena setiap struktur garam kalsium fosfat mempunyai tetapan kelarutan dan produk ion yang berbeda maka setiap struktur garam kalsium fosfat mempunyai titik lewat jenuh yang berbeda.

Hidroksi apatit mempunyai tetapan kelarutan yang paling rendah di antara garam kalsium fosfat yang lain, sehingga hidroksi apatit merupakan garam kalsium fosfat yang paling mudah mengendap dalam suatu larutan (Lagerlof, 1988).

Meskipun saliva dapat mencapai kondisi lewat jenuh oleh oktakalsium fosfat, trikalsium fosfat dan hidroksi apatit, garam kalsium fosfat yang terbanyak terdapat pada karang gigi supragingiva adalah hidroksi apatit (Carranza, 1994; Lagerlof, 1983; Speirs, 1984; Tohda et al., 1995).

Kaitan pH dengan pembentukan karang gigi juga dilaporkan oleh Amerongen et al. (1992) dan Peterson et al. (1985). Kedua peneliti tersebut menyatakan bahwa pada individu yang menderita gangguan fungsi ginjal, pH plasma dan saliva cenderung lebih tinggi daripada individu yang sehat. Hal ini disebabkan oleh karena kegagalan ginjal dalam membuang amonia dan urea dari dalam darah.

Kebersihan mulut OHI-S dapat berperan sebagai faktor penyebab langsung maupun faktor penyebab tidak langsung pembentukan karang gigi supragingiva. Sebagai faktor penyebab langsung, OHI-S dapat berperan sebagai nukleator, sedangkan sebagai penyebab tidak langsung, OHI-S dapat mempengaruhi pembentukan karang gigi supragingiva melalui pengaruhnya terhadap kondisi pH saliva. Namun, meskipun koefisien jalur pengaruh penyebab langsung dan tidak langsung faktor kebersihan mulut terhadap pembentukan karang gigi ditambahkan, hasil penambahan ini (0,0107) tidak

lebih besar daripada pengaruh amonia terhadap pembentukan karang gigi. Hasil ini menunjukkan bahwa amonia merupakan pemicu yang paling kuat terhadap pembentukan karang gigi supragingiva melalui pengaruhnya terhadap pH saliva istirahat.

Pengaruh kebersihan mulut OHI-S terhadap pH saliva istirahat dapat digambarkan oleh keberadaan plak gigi dan karang gigi supragingiva yang ada di dalam rongga mulut. Metabolisme urea oleh bakteri plak gigi juga dapat menghasilkan amonia, sehingga dapat mempengaruhi pH saliva. Oleh karena itu, pH plak gigi, selalu satu unit lebih tinggi daripada pH saliva. Hal ini juga dipengaruhi oleh reaksi hidrolisis terhadap urea (Cole & Eastoe, 1977; Marsh & Martin, 1984; Melville & Russell, 1981; Schuster, 1990; Sissons, 1994). Di samping itu, asam laktat hasil metabolisme karbohidrat (terutama sukrosa) oleh *S. mutans* pada plak gigi juga dapat merubah pH saliva menjadi asam (Schroeder, 1969; Silverstone et al., 1981; Roeslan, 1992; Carranza, 1994). Berdasarkan kajian di atas, maka pH saliva sangat dipengaruhi oleh aktivitas bakteri plak gigi.

Pengaruh kebersihan mulut juga dapat digambarkan oleh peranan karang gigi supragingiva. Karang gigi dapat berperan sebagai nukleator untuk memulai pengendapan garam kalsium fosfat. Namun, karang gigi selalu tertutup oleh plak gigi (Carranza, 1994) sehingga pengaruh kebersihan mulut OHI-S lebih digambarkan oleh peranan plak gigi terhadap pH saliva istirahat.

Berdasarkan hasil uji jalur dan kajian beberapa teori di atas maka dapat ditarik suatu asumsi bahwa pengaruh amonia hasil metabolisme urea bakteri plak gigi terhadap peningkatan pH saliva ternyata lebih besar daripada pengaruh asam laktat hasil penguraian karbohidrat bakteri plak gigi terhadap peningkatan pH saliva.

Hasil dan pembahasan analisis jalur ini sesuai dengan hasil penelitian terdahulu

yang menyatakan bahwa pH saliva istirahat dipengaruhi oleh amonia hasil metabolisme urea oleh *S. salivarius* (Biswas, 1982; Sissons et al., 1985; Sissons & Hancock, 1993) dan sesuai pula dengan hasil penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa kejenuhan saliva terhadap kristal pembentuk karang gigi (Poff et al., 1997; Lagerlof, 1983) dan pembentukan karang gigi supragingiva dipengaruhi oleh pH saliva (Muhlemman, 1976; Speirs, 1984; Dawes, 1998). Uji jalur ini juga telah membuktikan dugaan yang menyatakan bahwa terdapat hubungan antara kadar amonia, pH saliva dan pembentukan karang gigi telah terbukti.

Pembuktian di atas menunjukkan bahwa pembentukan karang gigi sangat dipengaruhi oleh kadar amonia. Pengaruh positif ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar amonia saliva istirahat semakin tinggi pula pembentukan karang gigi supragingiva namun, pengaruh amonia ini tidak secara langsung akan tetapi melalui pengaruhnya terhadap pH saliva istirahat.

Temuan penelitian ini adalah bahwa telah dapat dijelaskan pengaruh amonia terhadap pH saliva istirahat, sekaligus dapat menjelaskan peranan amonia terhadap pembentukan karang gigi supragingiva sebagai mekanisme pembentukan karang gigi supragingiva secara *in vivo* dan terpadu.

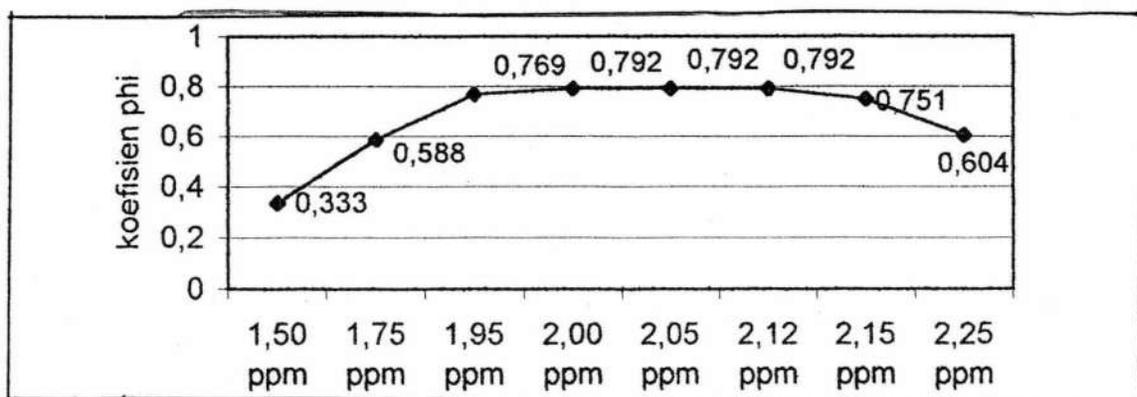
Berdasarkan telaah uji jalur dan tinjauan teori di atas maka hipotesis yang menyatakan bahwa amonia saliva istirahat adalah faktor pemicu pembentukan karang gigi supragingiva melalui pengaruhnya terhadap saliva istirahat telah dapat dibuktikan.

5.8 Titik Optimal Kadar Amonia Saliva yang Dapat Mempengaruhi pH Saliva

Istirahat dan Kadar Optimal pH Saliva Istirahat yang Dapat Mempengaruhi Pembentukan Karang Gigi Supraringiva.

Dengan telah terbuktinya hipotesis yang menyatakan bahwa kadar amonia saliva adalah pemicu pembentukan karang gigi melalui pengaruhnya terhadap pH saliva istirahat, maka perlu dipelajari titik optimal kadar amonia saliva yang dapat mempengaruhi pH saliva istirahat serta titik optimal pH saliva istirahat yang dapat mempengaruhi pembentukan karang gigi supraringiva. Titik optimal kadar amonia saliva dan pH saliva istirahat ini sangat bermanfaat sebagai alat diagnosis dini yang menengarai batas kadar amonia dan pH saliva istirahat untuk dapat menggolongkan seseorang sebagai kelompok yang beresiko atau tidak beresiko mempunyai karang gigi supraringiva.

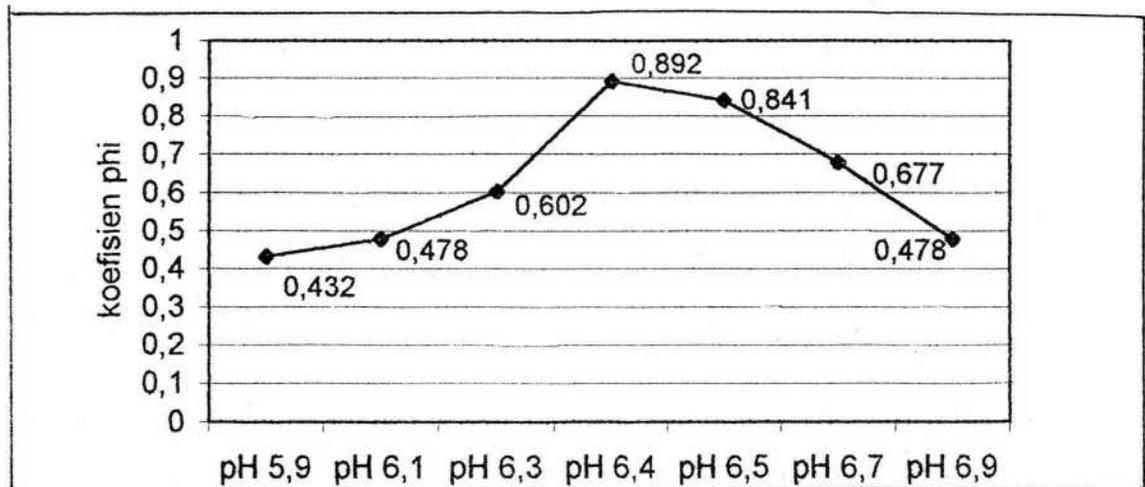
Penentuan titik optimal kadar amonia saliva dan pH saliva istirahat dilakukan dengan uji statistik khi-kuadrat yang dilanjutkan dengan uji kuat hubungan (koefisien ϕ). Uji ini dapat menggambarkan kuat hubungan antara kadar amonia yang diduga sebagai titik optimal dengan pembentukan karang gigi.



Gambar 5.6. Kuat hubungan (koefisien ϕ) beberapa kadar amonia saliva dengan pembentukan karang gigi supraringiva.

Gambar 5.6. menunjukkan bahwa koefisien ϕ terbesar berada pada kadar amonia 2 ppm ($\phi = 0,792$, $p = 0,001$), 2,05 ppm ($\phi = 0,792$, $p = 0,001$) dan 2,12 ppm ($\phi = 0,792$, $p = 0,001$), hal ini menunjukkan bahwa titik optimal kadar amonia saliva yang dapat memicu pembentukan karang gigi adalah pada rentang kadar amonia 2 ppm sampai dengan 2,12 ppm. Kondisi ini juga menunjukkan bahwa kadar amonia di atas titik optimal tidak semakin memperbesar pembentukan karang gigi supragingiva, bahkan sebaliknya pembentukan karang gigi supragingiva semakin menurun. Berdasarkan analisis hubungan ini dapat diketahui bahwa peningkatan kadar amonia akan diikuti dengan peningkatan pembentukan karang gigi, namun pada kadar yang lebih tinggi dari 2,12 ppm, pembentukan karang gigi kembali menurun.

Penurunan pembentukan karang gigi ini tidak dapat dijelaskan, oleh karena amonia hanya merupakan faktor pemicu pembentukan karang gigi supragingiva melalui pengaruhnya terhadap pH saliva istirahat, sehingga penjelasan peristiwa ini harus ditelaah melalui pengaruh pH saliva istirahat terhadap pembentukan karang gigi.



Gambar 5.7. Kuat hubungan (koefisien ϕ) beberapa tingkat pH saliva istirahat dengan pembentukan karang gigi supragingiva.

Gambar 5.7. menunjukkan bahwa titik optimal pH saliva istirahat yang dapat menyebabkan pembentukan karang gigi adalah pH 6,4 ($\phi = 0,892$, $p = 0,001$). Kondisi ini menimbulkan dugaan bahwa pengendapan garam kalsium fosfat tidak berhubungan linier dengan kejenuhan garam kalsium fosfat di dalam suatu larutan.

Analisis ini menunjukkan bahwa sampai dengan pH di bawah 6,4 hubungan pH saliva istirahat dengan pembentukan karang gigi supragingiva terus menguat, namun pada pH di atas 6,4 hubungan ini cenderung melemah. Peristiwa ini menunjukkan bahwa hanya sampai dengan kondisi tertentu, pH saliva istirahat dapat mempengaruhi pengendapan garam kalsium fosfat. Bukti empiris ini sesuai dengan pendapat Poff et al. 1997 yang menyatakan bahwa pH saliva berhubungan erat dengan kejenuhan garam kalsium fosfat di dalam saliva, namun tidak berhubungan dengan pengendapan garam kalsium fosfat.

Dawes (1998) menyatakan bahwa pada pH rendah, garam kalsium fosfat cenderung larut, sedangkan pada pH tinggi garam kalsium fosfat cenderung mengendap. Pendapat ini kurang sesuai dengan bukti yang ditemukan. Hal ini mengisyaratkan bahwa penjelasan proses penurunan pembentukan karang gigi di atas pH tertentu harus dipelajari dengan pendekatan yang lebih luas daripada pendekatan melalui pengaruh pH saliva dan kejenuhan garam kalsium fosfat di dalam saliva, seperti pada penelitian ini.

Pendekatan lebih luas yang dimaksud adalah pendekatan yang melibatkan faktor anatomi dan fisiologis kelenjar saliva serta lingkungan rongga mulut yang dapat menghambat ataupun meningkatkan pengendapan garam kalsium fosfat saliva, misalnya protein saliva, enzim saliva, cairan lain yang berasal dari *gingival sulcus*, produk bakteri rongga mulut dan kualitas nukleator.